архитектурных форм. Большим успехом для городской среды является наличие зелёных университетских территорий, открытых пространств, предназначенных для неформального общения, прогулок, проведения открытых лекций, встреч и т.д. Именно таким образом и происходит вживание университетской среды в ткань города.

В связи с ростом населения, развитием городской среды и уровня жизни в целом, старые территории и инфраструктура утрачивают свой потенциал, поэтому университетам постоянно необходимо обновлять свои площадки, вносить новые идеи, постоянно совершенствовать свою среду и выдвигать предложения, исходя из запросов студентов и жителей города, чтобы им было интересно, не скучно, и чтобы им хотелось быть частью этой структуры.

У университетов и города должно быть взаимовыгодное сотрудничество, тесная связь друг с другом. В противном случае, если университет находится обособленно, то он пытается самостоятельно компенсировать все недостающие потребности своих студентов и сотрудников. Это у него получается плохо, неэффективно - недостаточно потока, ресурсов, инвестиций и сил; именно поэтому так необходима возможность брать у города и отдавать – это и есть наиболее оптимальная связь, взаимовыгодная интеграция и результативный подход.

В заключение хочется подвести итог о том, что, для удовлетворения потребностей своих студентов и других жителей города, университеты должны сосредотачиваться не только на развитии качества образования, не только на повышении своего престижа, а также обращать внимание на развитие своей территории и увеличение качества инфраструктуры. Следует понимать, что совместное развитие университетов и города усиливает положительный эффект на городскую и университетскую среду, соответственно, повышает её разнообразие и привлекательность для жителей города [5].

1. Gevorgyan O.I., Minaev N.N., Zharova E.A. University cities' evolution in context of human capital accumulation // XVII International Conference of Students and Young Scientists «Prospects of Fundamental Sciences Development». 2020. P. 17.
2. Богомолов А.В. Университетский город как основа бренда территории // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы : материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. 2014. С. 77-80.
3. Международный Форум университетских городов: европейские тенденции в Сибири [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.sib-science.info/ru/conferences/evropeyskie-tendentsii-proyavlyayutsya-09122016> (дата обращения: 19.06.2021).
4. Онлайн-лекция «Новый центр городской жизни: тенденции развития межвузовских кампусов» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=SZebZyc-9sw> (дата обращения: 15.06.2021)
5. Дыба Е.А. Влияние университета на формирование городской среды // Материалы XVII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/43228151-Vliyanie-universiteta-na-formirovanie-gorodskoy-sredy.html> (дата обращения: 20.06.2021).

Фетисова М.А., Абдурагимов А.Р., Ёрмамадов Х.П.
Геометрические методы решения задач теории пластинок

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
(Россия, Орел)

doi: 10.18411/lj-07-2021-32

Аннотация

В статье идет речь о геометрических методах для расчета задач теории пластинок. Изопериметрический метод, раскрытый известными американскими

математиками Д. Пойа и Г. Сеге применительно к различным задачам математической физики, суть метода заключается в построении двухсторонних изопериметрических неравенств при оценке интегральных физических характеристик пластинок различных форм.

Ключевые слова: пластинки, изопериметрический метод, строительная механика, уравнение, коэффициент формы, симметризация, граничные условия.

Abstract

The article deals with geometric methods for calculating problems in the theory of plates. The isoperimetric method, disclosed by the famous American mathematicians D. Polya and G. Szego in relation to various problems of mathematical physics, the essence of the method is to construct two-sided isoperimetric inequalities when assessing the integral physical characteristics of plates of various shapes.

Keywords: plates, isoperimetric method, structural mechanics, equation, form factor, symmetrization, boundary conditions.

При исследовании сложных физических проблем геометрические методы [1] всегда привлекали внимание ученых. Возможность получения решения или удовлетворительных оценок физических величин путем сравнительно простых геометрических преобразований изучаемого объекта делает геометрические методы во многих случаях предпочтительнее физических, а иногда - единственно приемлемыми. В строительной механике геометрические методы находят также большое распространение.

В теории упругих пластинок известен метод компенсирующих нагрузок, который заключается в том, что сначала отыскивается решение, удовлетворяющее дифференциальному уравнению равновесия пластинок, но не удовлетворяющее граничным условиям; затем добавляется компенсирующее решение, удовлетворяющее однородному дифференциальному уравнению (уравнению равновесия пластинок без правой части) и совместно с основным решением - граничным условиям. В этом методе при получении основного решения используется геометрический прием, заключающийся в замене данной области распределения нагрузки некоторыми другими областями, решения для которых известны, либо отыскиваются более просто.

Идея замены многоугольной области распределения нагрузки круговой, равной площади, высказывалась также Б.Г. Корневым [2] при исследовании пластинок, лежащих на упругом основании.

Аналогом метода компенсирующих нагрузок является метод расширения заданной области, который позволяет значительно понизить порядок системы алгебраических уравнений по сравнению с методами конечных разностей и конечных элементов [3].

В основу изопериметрического метода, развитого известными американскими математиками Д. Пойа и Г. Сеге [4] применительно к различным задачам математической физики, также положено геометрическое преобразование – симметризация Штейнера. Известны работы, где симметризация применялась к пластинкам переменной толщины, которые симметризировались относительно некоторой плоскости, переходящей в результате такого преобразования в срединную плоскость.

Теоретические основы изопериметрического метода применительно к расчету упругих пластинок в предельном состоянии были разработаны В.И. Коробко [5]. Суть этого метода заключается в построении двухсторонних изопериметрических неравенств при оценке интегральных физических характеристик пластинок различных форм. Этими оценками служат известные решения для пластинок определенных форм и полученные из заданной путем ее симметризации.

Эффективным следствием из изопериметрического метода является метод интерполяции решений по коэффициенту формы. В основе МИКФ лежит изопериметрический метод, так как основным аргументом в получаемых аналитических зависимостях является отношение коэффициента формы к площади области (K_f/A), и все решения для определенного ограниченного подмножества областей имеют граничные (опорные) решения. Отличие его заключается в том, что, если при использовании изопериметрического метода поведение интегральных параметров внутри множества решений между опорными не известно, то при использовании МИКФ получается аналитическая зависимость, позволяющая найти решение для любой фигуры из рассматриваемого множества.

В работах последнего времени [6,7,8,9,10] МИКФ применялся к решению задач, связанных с фигурами сложного очертания (трапеции произвольного вида, правильные многоугольники, фигуры, являющиеся частью круга), а также к решению задач с комбинированными граничными условиями (комбинация жесткого защемления с шарнирным операнием).

Несмотря на свою простоту, при использовании МИКФ стоит проблема выбора опорных решений. Для упрощения этой процедуры необходимо разработать программный комплекс, включая подкомплексы для расчета пластинок обозначенных видов.

1. Фетисова М.А. Развитие и применение метода интерполяции по коэффициенту формы к решению задач поперечного изгиба пластинок с комбинированными граничными условиями. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Орловский государственный технический университет. Орел, 2010
2. Корнев, Б.Г. Метод компенсирующих нагрузок в приложениях к задачам о равновесии, колебаниях и устойчивости плит и мембран [Текст] / Б.Г. Корнев. // МПП. – 1940. – Вып. 5-6. - Т. 4. – С. 61-72.
3. Митчелл, Э. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными [Текст] / Э. Митчел, Р. Уэйт. – М.: Мир, 1981. – 216 с.
4. Поля, Г. Изопериметрические неравенства в математической физике [Текст] / Г. Поля, Г. Сеге. – М.: Госматиздат, 1962. – 336 с.
5. Коробко, В.И. Изопериметрический метод в строительной механике: Теоретические основы изопериметрического метода [Текст] / В.И. Коробко. – М.: Изд-во АСВ, 1997. – 396 с.
6. Колесник, И.А. Определение геометрической жесткости упругих призм с сечением в виде произвольного треугольника [Текст] / И.А. Колесник, А.В. Коробко. // Днепропетровский металлургический ин-т. Днепропетровск, 1989. – 15 с.
7. Коробко А.В., Фетисова М.А. Определение поперечного изгиба методом интерполяции по коэффициенту формы при аффинном преобразовании пластинок в виде ромбов и параллелограммов Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 1. С. 23-24.
8. Фетисова М.А., Калашникова Н.Г. Определение максимального прогиба трапецевидных пластинок с комбинированными граничными условиями с помощью МИКФ. Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2009. № 1. С. 65.
9. Коробко А.В., Фетисова М.А. Способы решения задач поперечного изгиба трапецевидных пластинок Строительство и реконструкция. 2010. № 1. С. 36.
10. Коробко В.И., Сенин М.А., Фетисова М.А. Геометрические и физические основы метода интерполяции по коэффициенту формы и их применение к задачам строительной механики и теории упругости // В сборнике: Повышение качества среды жизнедеятельности города и сельских поселений архитектурно-строительными средствами Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2005. С. 165-176